

POTENSI PENGENDALIAN DENGAN BERBAGAI AGENS HAYATI PADA HAMA PENGGEREK PUCUK KAPAS (*Gossypium hirsutum* L.)

[POTENTIAL OF BIOLOGICAL AGENTS TO CONTROL SHOOT BORER OF COTTON (*Gossypium hirsutum* L.)]

Oleh:

Irma Wardati ^{*)}, Dyah Nuning Erawati ^{*)}, Cherry Triwidiarto ^{*)}
dan Usken Fisdiana ^{*)}

^{*)} Jurusan Produksi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

ABSTRAK

Pengembangan pengendali hayati (agens hayati) yang efektif dan efisien sebagai pengendali hama sangat penting untuk dapat meningkatkan produktivitas tanaman kapas dengan tetap memperhatikan kualitas lingkungan hidup yang aman. Salah satu alternatif pemecahan pengendalian hama utama tanaman kapas adalah dengan teknik pengendalian hama yang aman bagi lingkungan dan dapat menekan residu kimia pada produk pertanian (pengendalian hayati). Pengendali hayati (agens hayati) yang mempunyai potensi besar sebagai pengendali alami hama tanaman kapas antara lain adalah dari golongan bakteri, jamur dan nematoda entomopatogen. Pengembangan agens hayati yang efektif dan efisien sebagai pengendali hama sangat penting untuk dapat meningkatkan produktivitas tanaman kapas dengan tetap memperhatikan kualitas lingkungan hidup yang aman. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan menguji patogenisitas bakteri, jamur dan nematoda entomopatogen dalam mengendalikan hama utama tanaman kapas, serta untuk memperoleh isolat lokal bakteri, jamur dan nematoda entomopatogen yang paling efektif sebagai pengendali hama penggerek pucuk kapas. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri atas lima faktor perlakuan dengan lima ulangan, yaitu isolat lokal bakteri *Bacillus thuringiensis*, jamur *Beauveria bassiana* 1, jamur *Beauveria bassiana* 2, nematoda *Steinernema* sp. dan kontrol. Analisis data menggunakan uji F dan selanjutnya menggunakan Uji Jarak Ganda Duncan (UJGD). Parameter yang diamati terdiri atas: (1) Gejala kematian serangga uji; (2) persentase mortalitas serangga uji; (3) perilaku serangga uji terinfeksi; (4) laju kematian serangga uji; dan (5) bedah serangga uji terinfeksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa agens hayati bakteri *Bacillus thuringiensis* (Bt), jamur *Beauveria bassiana* (Bv) dan nematoda entomopatogen *Steinernema* sp. (NEP) berpotensi dalam menekan hama penggerek pucuk kapas *Earias* sp., sedangkan agens hayati yang paling efektif dalam mengendalikan *Earias* sp. adalah isolat lokal jamur *Beauveria bassiana* 1, dengan waktu kematian tercepat yaitu 128 jam.

Kata Kunci: Agens hayati, hama penggerek pucuk, kapas.

ABSTRACT

Development of biological control agents as an effective and efficient pest control is very important in increasing production of cotton crop while maintaining a safe environmental quality. One of the alternative control methods of main cotton pest which is safe for the environment and can reduce pesticide residue on its product is biological control. Biological control agents that have great potential to be used for controlling pests of cotton are bacteria, fungi and entomopathogenic nematodes. This study aimed at evaluating the pathogenicity of bacteria, fungi and entomopathogenic nematode against cotton shoot borer (*Earias* sp.). It was also purposed to select the most effective local isolates of those biological agents. The design of experiment was Completely Randomized Design (CRD) consisted of five treatments with five replications. The treatments were *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana* isolate 1, *Beauveria bassiana* isolate 2, *Steinernema* sp. nematode, and control. Analysis of variance followed by Duncan's Multiple Range Test was used in data analysis. Parameters observed consisted of: (1) Symptoms of insect mortality, (2) percentage of insect mortality, (3) behaviour of the tested insect, (4) rate of insect mortality, (5) sections of infected insect. Results of experiment showed that *B. thuringiensis* (Bt), *B. bassiana* and *Steinernema* sp. had the potential to suppress *Earias* sp. shoot borer, while the most effective biological agent to control this pest was local isolate of *B. bassiana* 1 which produced fastest lethal time of 128 hours.

Keywords : Biological agent, shoot borer, cotton.

PENDAHULUAN

Tanaman kapas (*Gossypium hirsutum* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan unggulan di Indonesia. Namun demikian, hingga saat ini hasil kapas belum dapat memenuhi kebutuhan serat dalam negeri, sehingga masih harus mengimpor hingga lebih dari 90%. Kebutuhan kapas sebagai bahan baku sandang sampai saat ini masih dipenuhi dengan produksi impor. Produksi kapas saat ini ditingkat petani hanya menghasilkan 0,5 – 1,2 ton/ha, yang tidak mungkin mencukupi kebutuhan dalam negeri. Hal ini mendorong upaya perluasan lahan kapas setiap tahun untuk memenuhi kebutuhan serat kapas domestik yang pencapaiannya hingga saat ini belum signifikan (Mardjono, 2005 dalam Indrayani, 2008; Ditjenbun Deptan, 2008).

Produktivitas kapas yang ditanam para petani di Indonesia masih terbilang rendah. Tingkat produksinya hanya sekitar 500 kilogram per hektar. Rendahnya produksi kapas di Indonesia disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu penggunaan benih yang produktivitasnya rendah, lemahnya modal usaha petani, terjadinya anomali iklim (kekeringan), serangan hama penyakit dan sebagainya (Bank Ekspor Indonesia, 2007).

Seperti diketahui serangan hama merupakan salah satu kendala utama pada produksi tanaman kapas. Di samping dapat menurunkan produksi, serangan hama dapat menurunkan kualitas kapas. Tingkat serangan hama pada tanaman kapas sangat bervariasi dari tahun ke tahun dan dari negara ke negara. Kehilangan hasil dapat mencapai 5 miliar dolar Amerika Serikat per tahun. Secara global 20%, insektisida digunakan untuk pengendalian hama kapas. Pada tahun 2001, petani kapas dunia menggunakan insektisida seharga 1,7 miliar dolar Amerika Serikat (Benedict dan Altman, 2001 dan James, 2002 dalam Herman, 2003).

Dari 64 spesies serangga dan tungau hama kapas yang diinventarisasi sampai saat ini, hama yang utama di semua daerah pengembangan adalah wereng kapas (*Sundapteryx biguttula* Ishida), penggerek pucuk (*Earias* sp.) dan ulat penggerek buah kapas (*Helicoverpa armigera* Hubner). Pengendalian serangga hama yang diterapkan sampai saat ini adalah secara kimiawi, dengan sistem kalender, menggunakan sekitar 12 liter insektisida tiap hektar setiap musim. Ternyata sistem ini semakin tidak efektif dan menimbulkan dampak samping yang merugikan, seperti timbulnya resistensi dan resistensi serangga terhadap insektisida, serta rusaknya populasi musuh alami. Dampak ini selanjutnya mengakibatkan biaya pengendalian makin tinggi dan produktivitas serta kualitas seratnya menurun. Untuk menghindari akibat buruk lebih lanjut, maka pemakaian insektisida perlu terus dikurangi. Hal ini dapat dilakukan dengan menerapkan teknik pengendalian hama secara terpadu (Subandrijo dkk., 2001).

Penelitian-penelitian untuk memperoleh paket teknologi pengendalian hama terpadu (PHT) serangga hama kapas telah dimulai lebih dari 10 tahun yang lalu. Sekitar 15 komponen teknologi yang sebagaimana terdiri atas non kimiawi telah diperoleh dan dapat dirakit satu sama lain untuk memperoleh hasil yang efisien. Komponen-komponen tersebut termasuk dalam (1) pengendalian secara mekanik, (2) pengendalian secara budidaya, (3) pengendalian secara hayati, (4) pengendalian secara kimiawi, (5) pengendalian menggunakan undang-undang, yang seluruhnya mengacu kepada prinsip dasar PHT-Perkebunan. Prinsip dasar tersebut adalah: (1) budidaya tanaman sehat, (2) pelestarian musuh alami, (3) pengamatan berkala dan (4) petani menjadi ahli PHT. Setiap tahun dilakukan penyempurnaan penelitian sebelumnya, secara mencari terobosan baru untuk melengkapi pengendalian terpadu terhadap serangan hama kapas ini (Subandrijo, 2000).

Salah satu alternatif pengendalian hama yang aman bagi lingkungan dan dapat menekan residu kimia pada produk pertanian, tidak terkecuali bagi tanaman kapas adalah dengan pengendalian hayati. Pengendalian hayati merupakan suatu teknik pengendalian organisme pengganggu tanaman dengan memanfaatkan potensi keanekaragaman jenis agens pengendali alami untuk mengelola organisme pengganggu tanaman agar tidak mencapai batas populasi yang merugikan (Untung, 1996). Pengendali hayati (agens hayati) yang mempunyai potensi besar sebagai pengendali alami hama termasuk dalam golongan bakteri, jamur dan nematoda entomopatogen.

Baehaki (1993) mengungkapkan bahwa *Bacillus thuringiensis* yang merupakan bakteri entomopatogen dapat digunakan untuk mengendalikan *Crociodolomia binotalis*, *Plutella xylostella*, *Thosea asigna*, *Setora nitens*, *Chillo sacchariphagus* dan *Scirpophaga nivela*. Sedangkan jamur entomopatogen seperti *Beauveria bassiana* dengan konsentrasi 4 gram/10 liter mampu mengendalikan nimfa dan imago *Helopelthis antonii* sebesar 70-100%. Konsentrasi spora kering 2 gram/10 liter menurunkan serangan penggerek buah kakao hingga menjadi 29,92%. *Hypothenemus hampei* pada buah kopi ditemukan terinfeksi oleh *B. bassiana* berkisar antara 38, %-57,48% setelah dua minggu aplikasi (Sulistyowati dan Junianto, 2000). Selanjutnya, Erawati (2006) melaporkan bahwa hasil uji patogenisitas nematoda entomopatogen *Steinernema carpocapsae* terhadap larva hama *S. litura* mencapai 84% pada 72 jam setelah aplikasi. Hasil uji di lapang memperlihatkan bahwa kombinasi perlakuan *B. bassiana* dan *S. carpocapsae* memberikan tingkat penekanan intensitas kerusakan daun oleh larva *S. litura* yang tinggi. Hubungan kedua jenis agens hayati ini tidak bersifat antagonis (Erawati, 2007a).

Pengembangan pengendali hayati (agens hayati) yang efektif dan efisien sebagai pengendali hama sangat penting untuk dapat meningkatkan

produktivitas tanaman kapas dengan tetap memperhatikan kualitas lingkungan hidup yang aman. Oleh karena itu, penelitian tentang patogenisitas bakteri, jamur dan nematoda entomopatogen terhadap hama utama tanaman kapas penting untuk dilaksanakan, guna mengembangkan penggunaan agens hayati untuk mengendalikan hama utama tanaman kapas yang belum banyak dilakukan oleh petani kapas.

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka tujuan dalam penelitian ini adalah untuk menganalisis dan menguji patogenisitas bakteri, jamur dan nematoda entomopatogen dalam mengendalikan hama penggerek pucuk kapas, serta untuk memperoleh isolat lokal bakteri, jamur dan nematoda entomopatogen yang paling efektif sebagai pengendali hama penggerek pucuk kapas.

METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan Laboratorium Perlindungan Tanaman Jurusan Produksi Tanaman Politeknik Negeri Jember. Penelitian dilakukan pada bulan Maret sampai dengan bulan Oktober 2011.

Bahan yang digunakan adalah larva uji *Earias* sp., PDA, alkohol, spirtus, aquades, kapas, alumunium foil dan kertas label.

Alat yang digunakan, yaitu *autoclave*, *laminar air flow*, neraca analitis, erlenmeyer, cawan petri, jarum ose, tabung reaksi, oven, *shaker*, penangas air, mikropipet, *klonning plate*, *hand counter*, *haemocytometer*, gelas ukur, *magnetic stirrer*, kompor, kuas, mikroskop, dan pinset.

Penelitian disusun berdasar Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal dengan 5 (lima) ulangan. Model linier untuk Rancangan Acak Lengkap adalah (Gomes dan Gomes, 1995):

$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$, yaitu:

Y_{ij} : pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

μ : nilai rata-rata populasi

τ_i : pengaruh perlakuan ke-i

ε_{ij} : komponen random yang bekerja pada plot perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Faktor tunggal berupa strain agens hayati, yaitu:

1. Isolat lokal *B. thuringiensis* (A1)
2. Isolat lokal *B. bassiana*1 (A2)
4. Isolat lokal *B. bassiana*2 (A3)
5. Isolat lokal *Steinernema* sp. (A4)
6. Kontrol (A0)

Selanjutnya, analisis data dalam penelitian ini menggunakan F-Test dengan uji lanjutan *Duncan's Multiple Range Test (DMRT)* pada taraf signifikansi 5% (taraf kepercayaan 95%).

Eksplorasi Agens Hayati

Eksplorasi dilaksanakan bertujuan untuk memperoleh agens hayati bakteri, jamur dan nematoda entomopatogen isolat lokal. Tahapan eksplorasi yaitu:

1. Mencari specimen di lapangan berupa serangga yang diduga terinfeksi jamur, bakteri atau nematoda entomopatogen.
2. Meletakkan umpan larva serangga di dalam kantong kain kassa yang dibenamkan di dalam tanah, karena baik bakteri, jamur maupun nematoda banyak terdapat di dalam tanah lapisan atas.
3. Specimen yang diperoleh dari lapangan yang diduga terinfeksi jamur selanjutnya dimurnikan.
4. Serangga hasil eksplorasi yang sudah terinfeksi kemudian didisinfektan terlebih dahulu, dikeringkan pada kertas hisap steril selanjutnya diisolasi pada PDA steril pada petridish. kemudian diinkubasikan pada suhu kamar (suhu 20°- 30° C, RH 90 %) selama 3-5 hari.
5. Setelah di media PDA/SDA tumbuh koloni jamur atau bakteri, selanjutnya diambil sedikit dengan menggunakan jarum dan diletakkan pada obyek glass, kemudian diidentifikasi. Jika jamur atau bakteri yang tumbuh masih bercampur dengan jamur atau bakteri lain, dilakukan pemurnian berulang-ulang 3-5 kali sampai diperoleh isolat murni.
6. Eksplorasi nematoda dilakukan dengan metode *white trap*, yaitu larva serangga umpan yang diduga telah terinfeksi nematoda entomopatogen selanjutnya diletakkan/disusun pada petridish terbalik yang telah dilapisi kertas saring. Petridish yang terdapat larva serangga diletakkan pada petridish yang lebih besar dan berisi air hingga menyentuh kertas saring. Selanjutnya diinkubasikan selama kurang lebih 2 minggu, hingga diperoleh nematoda pada cairan di petridish besar. Melakukan pengamatan di bawah mikroskop untuk mengidentifikasi nematoda entomopatogen yang diperoleh.

Perbanyakan Larva *Earias* sp.

Imago jantan dan betina *Earias* sp. ditempatkan dalam kurungan kasa untuk berkopulasi dan menghasilkan telur. Telur yang dihasilkan kemudian ditetaskan didalam tabung reaksi. Ulat yang baru menetas dipelihara dengan pemberian pakan sampai mencapai instar 3. Larva uji yang akan digunakan adalah instar 3 untuk semua perlakuan.

Aplikasi Perlakuan (*Uji Screening*)

1. Menyiapkan larva uji berupa larva instar tiga *Earias* sp. hasil pembiakan massal yang sebelumnya telah dilaparkan selama 24 jam. Larva uji ditempatkan di dalam cawan petri yang telah dialasi kertas saring, masing-masing 10 ekor larva/ulangan.
2. Menyiapkan masing-masing isolat yang akan diujikan dengan menetapkan konsentrasi sesuai perlakuan. Kerapatan spora *B. bassiana* dihitung dengan haemocytometer dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kerapatan spora} = t \times \frac{d \times 10^6}{n \times 0,25}$$

t = jumlah kotak yang berisi spora

d = faktor pengenceran

n = jumlah kotak yang diamati

Kerapatan populasi inektif juvenil *Steinernema* dihitung dengan klonning plate sehingga dapat ditentukan konsentrasi 400 IJ/ml melalui pengenceran.

3. Aplikasi perlakuan dengan menyemprotkan 1 ml/ulangan larutan masing-masing isolat secara merata ke seluruh tubuh larva uji melalui mikropipet.
4. Larva uji diamati dan dipelihara dengan pemberian pakan secara berkala sampai dengan salah satu ulangan mencapai mortalitas 100%.

Parameter Pengamatan

Parameter-parameter yang diamati pada penelitian tahap I adalah:

1. Gejala kematian serangga uji yaitu mengamati warna kutikula serangga uji setelah mati pada 24, 48, 72 jam setelah perlakuan dan seterusnya hingga diperoleh kematian 100% pada salah satu ulangan.
2. Persentase mortalitas serangga uji yaitu menghitung jumlah serangga yang mati pada 24, 48, 72 jam setelah perlakuan dan seterusnya hingga diperoleh kematian 100% pada salah satu ulangan. Mortalitas serangga uji (%) dikoreksi dengan rumus Abbot, yaitu :

$$\text{Kematian serangga uji (\%)} = \frac{A - B}{100 - B} \times 100\%$$

A = Persentase kematian tiap perlakuan

B = Persentase kematian kontrol

3. Perilaku serangga uji yaitu mengamati dan mencatat perubahan perilaku larva uji yang berhasil terinfeksi agens hayati.
4. Laju kematian serangga uji yaitu menghitung waktu kematian tercepat dan terlambat yang dibutuhkan oleh larva uji akibat infeksi agens hayati. Penentuan waktu kematian (*Lethal Time*) dengan menggunakan analisis Probit.
5. Bedah serangga uji yaitu membedah tubuh larva uji untuk memastikan bahwa kematiannya disebabkan oleh infeksi agens hayati.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mortalitas *Eariassp.*

Respon *Eariassp.* Sebagai serangga uji terhadap perlakuan agens hayati yang umum diamati adalah persentase mortalitas. Mortalitas serangga uji mengindikasikan bahwa agens hayati yang diaplikasikan memiliki kemampuan sebagai patogen terhadap serangga. Hasil analisis ragam yang dilanjutkan dengan uji DMRT terhadap persentase mortalitas *Earias sp.* menunjukkan pengaruh yang signifikan dari masing-masing agens hayati (Tabel 1).

Tabel 1. Persentase Mortalitas *Eariassp.*

Perlakuan	Waktu (jam) setelah perlakuan									
	24	48	96	120	144	168				
Bt	0.04	0.16	0.24	0.32	0.44	0.50	b			
Bv 1	0.08	0.24	0.42	0.52	0.60	0.70	a			
Bv 2	0.02	0.14	0.28	0.38	0.46	0.54	b			
NEP	0.04	0.12	0.22	0.24	0.26	0.40	b			
Kontrol	0.00	0.00	0.04	0.06	0.06	0.06	c			

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom menunjukkan tidak signifikan berdasarkan hasil DMRT pada taraf 5%

Hasil tertinggi persentase mortalitas *Earias sp.* ditunjukkan oleh perlakuan agens hayati Bv 1 pada 24 hingga 168 jam setelah perlakuan, signifikan dengan perlakuan lainnya. Sedangkan di antara perlakuan agens hayati Bv 2, Bt dan NEP tidak signifikan, tetapi semua perlakuan signifikan dengan kontrol. Jamur *B. bassiana* 1 menunjukkan hasil persentase mortalitas yang tertinggi dibandingkan dengan *B. bassiana* 2, hal ini diduga disebabkan oleh adanya kesesuaian inang antara agens hayati dan serangga uji. Disamping itu dibandingkan dengan bakteri *B. thuringiensis* dan nematoda *Steinernema sp.*, mekanisme kerja dari jamur *B. Bassiana* diduga lebih efektif karena tidak hanya masuk dan tumbuh menyebar pada setiap bagian tubuh inang, tetapi juga

mengeluarkan enzim atau toksin yang mempercepat proses kematian inang. Seperti yang dikemukakan oleh Effendi (2002) dan Untung (1996), bahwa inokulum jamur yang menempel pada tubuh serangga inang akan berkecambah dan berkembang membentuk tabung kecambah, kemudian masuk menembus kulit tubuh. Penembusan dilakukan secara mekanis dan atau kimiawi dengan mengeluarkan enzim atau toksin. Pada proses selanjutnya, jamur akan bereproduksi di dalam tubuh inang. Jamur akan berkembang dalam tubuh inang dan menyerang seluruh jaringan tubuh, sehingga serangga mati. Miselia jamur menembus ke luar tubuh inang, tumbuh menutupi tubuh inang dan memproduksi konidia. Dalam hitungan hari, serangga akan mati. Serangga yang terserang jamur

Beauveria bassiana akan mati dengan tubuh mengeras seperti mumi dan jamur menutupi tubuh inang dengan warna putih. Proses perkembangan cendawan dalam tubuh inang sampai inang mati berjalan sekitar 7 (tujuh) hari.

Mekanisme serangan bakteri *B. Thuringiensis* pada umumnya pertama kali terjadi pada organ saluran makanan, sehingga agens hayati harus termakan oleh serangga uji. Hal ini berbeda dengan mekanisme serangan oleh *B. Bassiana* yang dapat masuk melalui kutikula serangga dan tidak harus termakan terlebih dahulu. Tanda-tanda awal serangan bakteri pada serangga berhubungan dengan aktivitas makan dan pengolahan bahan makanan. Pada tahap awal aktivitas makan serangga menurun, bahkan dapat terhenti. Gejala muntah (keluarnya cairan dari mulut serangga) dan diare (faeces atau kotoran serangga tidak normal seperti padatan) dapat diamati. Pada saluran makanan dapat terjadi paralysis. Serangga juga menunjukkan penurunan aktivitas gerakan, serangga menjadi lemah dan kurang tanggap terhadap sentuhan. Pada infeksi lebih lanjut, paralysis dapat terjadi pada seluruh tubuh dan diikuti oleh septisemi dan berakhir dengan kematian serangga, dengan kondisi tubuh serangga lunak dan berisi lendir yang merupakan massa bakteri. Kematian larva sudah mulai terjadi satu hari setelah aplikasi *B. thuringiensis* dan persentase kematian meningkat sampai lima hari setelah aplikasi (Trizelia, 2001).

Nematoda *Steinernema* sp. menunjukkan mekanisme yang berbeda juga, dan cenderung memerlukan waktu lebih lama karena melalui proses masuknya nematoda ke dalam tubuh serangga dan selanjutnya proses pelepasan bakteri simbiosis ke dalam sistem peredaran darah serangga inang, sebagaimana yang dinyatakan oleh Bedding and Molyneux (1992) dan Sulistyanto and Ehlers (1997), bahwa dimana serangannya dimulai dengan masuknya nematoda ke dalam tubuh serangga hama melalui lubang alami, seperti mulut, anus, trachea, stigma dan atau menembus langsung kutikula. Indikasi ini memperlihatkan bahwa proses penetrasi nematoda entomopatogen didukung oleh aktifitas dari enzim protease yang diproduksinya (Roque *et al.*, 1994). Setelah masuk kedalam tubuh inang, nematoda entomopatogen melepaskan bakteri ke dalam haemolymph, setelah 50 hingga 120 jam serangga inang mati (Subagiya, 2005). Gejala serangan nematoda entomopatogen terlihat pada tubuh serangga yang berubah warna menjadi coklat karamel karena berisi nematoda entomopatogen dan bakteri simbiosis.

Selain itu faktor-faktor yang dapat mempengaruhi toksisitas agens hayati terhadap serangga uji antara lain adalah proses fisiologi dan biokimia, meliputi penetrasi agens hayati melalui integumen atau dinding saluran pencernaan, translokasi ke bagian organ tubuh sasaran, pengikatan dan penyimpanan pada jaringan tubuh tertentu, metabolisme oleh berbagai enzim pengurai dalam tubuh dan pembuangan keluar tubuh, serta penetrasi

melalui lapisan pelindung bagian sasaran dan interaksi agens hayati dengan bagian sasaran (Priyono, 1988).

Waktu Kematian (*Lethal Time*) *Earias* sp.

LT_{50} (*Lethal Time* 50) merupakan nilai yang menunjukkan waktu kematian serangga uji, yaitu waktu yang diperlukan oleh agens hayati untuk mengakibatkan mortalitas serangga uji sebesar 50%. Nilai LT_{50} mengindikasikan kecepatan kerja agens hayati (Priyono, 1988). Waktu kematian yang dibutuhkan oleh masing-masing agens hayati dalam menekan larva *Earias* sp. dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Waktu Kematian (*Lethal Time*) oleh Agens Hayati terhadap *Earias* sp.

Perlakuan	Waktu Kematian (<i>Lethal Time</i>)/ LT_{50} (jam)	
	<i>Earias</i> sp.	
Bt	210	
Bv 1	128	
Bv 2	175	
NEP	291	

Tabel 2 memperlihatkan bahwa agens hayati isolat lokal Bv 1 memiliki waktu kematian yang lebih pendek dibandingkan agens hayati lainnya, yaitu 128 jam, diikuti dengan Bv 2, yaitu 175 jam, selanjutnya Bt yaitu 210 jam dan terakhir NEP yaitu 291 jam. Hal ini menunjukkan perbedaan kecepatan kerja dari masing-masing agens hayati. Jamur *B. bassiana* menunjukkan hasil tercepat diduga karena mekanisme kerjanya yang relatif cepat, sebagaimana yang dikemukakan oleh Steett dan Wood (2008), bahwa mekanisme kerja jamur *B. bassiana* meliputi: (1) perlekatan pada stadium infeksi untuk kutikula serangga; (2) germinasi dari konidium dan penetrasi kutikula serangga melalui sebuah germ tube dari konidium; (3) pertumbuhan dari cendawan di dalam badan serangga (hemosel) dan penyebab kematian serangga; (4) penetrasi dari cendawan untuk permukaan serangga dan pembentukan dari konidia (dengan kelembaban dan suhu yang cocok). Selain itu kesesuaian inang dengan agens hayati juga berpengaruh terhadap cara kerja dari agens hayati, seperti pendapat dari Fuxa dan Tanada, 1987; McNaughton dan Wolf, 1998. dalam Subagiya (2008), bahwa organisme yang hidup pada inang yang sesuai akan tumbuh dan berkembang dengan baik karena kebutuhan nutrisi dapat dipenuhi dari inang, sehingga kematian serangga inang dapat berlangsung dengan cepat.

Heimpel dan Angus, 1959 dalam Trizelia (2001) mengelompokkan serangga ke dalam tiga tipe berdasarkan kerentanannya terhadap *B. thuringiensis*. Tipe I adalah spesies yang mati karena toksin dan serangga mengalami general paralysis dan ada kenaikan pH darah sebesar 1.0-1.5 unit, contohnya adalah *Bombyx mori*, *Manduca Sexta* dan larva nyamuk. Tipe II, serangga tidak mengalami general paralysis dan serangga mati tanpa adanya perubahan

pH darah. Sebagian besar larva Lepidoptera masuk ke dalam kelompok ini. Tipe III, serangga tidak mengalami general paralysis dan serangga mati tidak hanya disebabkan oleh kristal saja tetapi juga membutuhkan adanya spora, contohnya *Anagasta kuehniella* dan *Galleria mellonella*. Toksisitas *B. thuringiensis* terhadap serangga dipengaruhi oleh strain bakteri dan spesies serangga yang terinfeksi. Faktor pada bakteri yang mempengaruhi toksisitasnya adalah struktur kristalnya, yang pada salah satu strain mungkin mempunyai ikatan yang lebih mudah dipecah oleh enzim yang dihasilkan serangga dan ukuran molekul protein yang menyusun kristal, serta susunan molekul asam amino dan kandungan karbohidrat dalam kristal.

Sedangkan nematoda entomopatogen *Steinernema* sp. memerlukan waktu paling lama diduga selain karena kesesuaian inang, juga tergantung dari simbiosis dengan bakteri simbiotiknya. Dalam menginfeksi hama, nematoda entomopatogen bersimbiose secara mutualistik dengan bakteri *Xenorhabdus* sp. yang hidup di dalam saluran pencernaannya. Sel-sel bakteri yang keluar dari saluran pencernaan nematoda akan menginfeksi

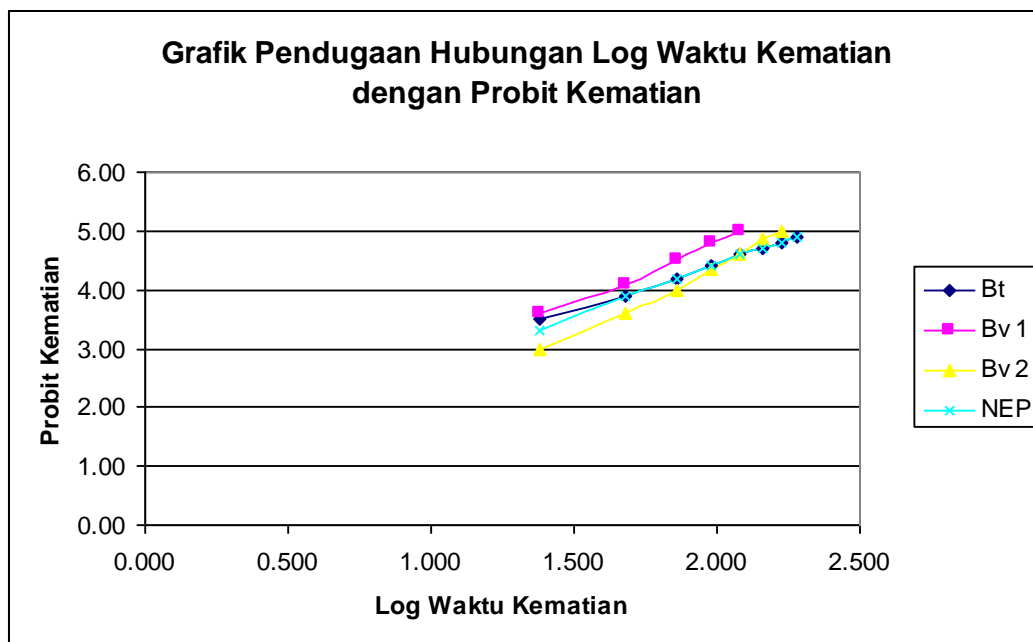
hemolimfa serangga, kemudian berkembang dan membunuhnya dengan menyebabkan keracunan darah (*septicemia*) (Aguillera *et al.*, 1993; Mráček *et al.*, 1994 dalam Indrayani, 2008).

Hasil analisis Probit LT_{50} dari masing-masing agens hayati terhadap larva *Earias* sp. menghasilkan persamaan garis regresi seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Persamaan garis regresi hasil pendugaan hubungan log waktu kematian dengan probit kematian

Perlakuan	Persamaan Garis Regresi <i>Earias</i> sp.
Bt	$y = 0,8002 + 1,8085 x$
Bv 1	$y = 1,0699 + 1,8649 x$
Bv 2	$y = 0,2030 + 2,1397 x$
NEP	$y = 0,8525 + 1,6837 x$

Berdasarkan persamaan garis regresi di atas diperoleh grafik pendugaan hubungan log waktu kematian dengan probit kematian, seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Pendugaan Hubungan Log Waktu Kematian dengan Probit Kematian dari Agens Hayati terhadap *Earias* sp.

Gambar 1 memperlihatkan agens hayati isolat lokal *B. bassiana* 1 (Bv 1) memiliki waktu kematian tercepat, diikuti oleh *B. bassiana* 2, *B. thuringiensis* dan nematoda *Steinernema* sp. Persamaan garis regresi yang dihasilkan dari analisis probit waktu kematian (LT_{50}) menggambarkan hubungan antara waktu yang diperlukan oleh perlakuan berbagai agens hayati untuk menyebabkan kematian larva uji sebesar 50%. Angka kematian sebesar 50% menunjukkan bahwa agens hayati mampu menekan larva uji, semakin cepat

waktu yang diperlukan maka agens hayati, maka agens hayati semakin efektif dalam menekan larva uji (Priyono, 1988). Dalam hal ini agens hayati *B. Bassiana* 1 paling efektif dalam menekan *Earias* sp., dibandingkan agens hayati *B. thuringiensis*, *B. bassiana* 2 dan *Steinernema* sp.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Agens hayati isolat lokal bakteri *Bacillus thuringiensis* (Bt), jamur *Beauveria bassiana* (Bv) dan nematoda entomopatogen *Steinernema carpocapsae* (NEP) berpotensi dalam menekan hama penggerek pucuk *Earias* sp.
2. Agens hayati isolat lokal jamur *Beauveria bassiana* 1 (Bv 1) paling efektif dalam menekan hama penggerek pucuk *Earias* sp.
3. Waktu kematian (LT₅₀) tercepat dicapai oleh agens hayati isolat lokal jamur *Beauveria bassiana* 1 (Bv 1), yaitu 128 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Bank Ekspor Indonesia. 2007. *Saatnya Merajut Industri Kapas*. Jakarta.
- BPTP Sulsel. 2002. *Pengendalian Hama Terpadu (PHT) Kapas*. Disbun Sulawesi Selatan.
- Chalid, N.I. 2004. *Pedoman Penerapan PHT pada Agribisnis Tanaman Cabai*. Direktorat Jendral Bina Produksi Hortikultura Direktorat Perlindungan Hortikultura. Jakarta.
- Direktorat Proteksi Tanaman Perkebunan. 2000. *Musuh Alam dan Hama pada Kapas*. Proyek Pengendalian Hama Terpadu Perkebunan Rakyat Departemen Kehutanan dan Perkebunan. Jakarta.
- Ditjenbun Deptan. 2008. *Harapan Masa Depan Petani Kapas Hibrida Indonesia*. Deptan. Jakarta.
- Ehlers, R.U. 2001. Mass Production of Entomopathogenic Nematodes for Plant Protection. *Applied Microbiology Biotechnology* 56 : 623-633.
- Erawati, D.N. 2006. Patogenisitas Nematoda dan Jamur Entomopatogen Terhadap Hama Tanaman Tomat (*Spodoptera litura* F.). *Inovasi*. 6 (3) : 228 – 235.
- _____. 2007 a. Potensi Nematoda dan Jamur Entomopatogen Terhadap Hama Utama Untuk Meningkatkan Produktivitas Tomat (*Lycopersicum esculentum*). *Inovasi*. 7 (1) : 8 – 13.
- _____. 2007 b. *Efektivitas Agens Hayati Sebagai Pengendali Hama Utama Untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Tomat*. (belum dipublikasikan)
- Gomes, K.A. dan A.A. Gomes. 1995. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian* (terjemahan oleh E. Sjamsudin dan J.S. Baharsjah). UI-Press. Jakarta.
- Herman, M. 2003. *Status Perkembangan Kapas Bt*. Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Bogor.
- Hoffmann, M.P. and A.C. Frodsham. 1993. *Natural Enemies of Vegetable Insect Pests*. Cooperative Extension, Cornell University, Ithaca.
- Indrayani, I.G.A.A. 2008. Peranan Morfologi Tanaman untuk Mengendalikan Pengisap Daun *Amrasca biguttula* (Ishida). *Perspektif* Vol. 7 No. 1 / Juni 2008. Hlm 47 – 54. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat. Malang.
- Knowles, B.H. 1994. Mechanism of action of *Bacillus thuringiensis* insecticidal delta-endotoxins. In *Advances in Insect Physiology*, Volume 24 (ed. PD Evans) pp.275-308. Academic Press, London.
- Navon, A., V.K. Nagalakshmi, S. Levski, L. Salamedan I. Glazer. 2002. Effectiveness of Entomopathogenic Nematodes in an Aglinat Gel Formulation against Lepidopterous Pests. *Biological Science and Technology*. 12 : 737-746.
- Pracaya. 2007. *Hama dan Penyakit Tanaman* (edisi revisi). Penebar Swadaya. Jakarta.
- Prijono, D. 1988. *Pengujian Insektisida*. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Instiut Pertanian Bogor
- Raharjo, K. 1998. Penggunaan Jamur *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* untuk Mengendalikan Beberapa Jenis Hama. Kumpulan Makalah Gelar Teknologi Spesifik Lokasi. Karawang, 5-9 Oktober 1998. hal 36-40.
- Robert, D.W. 1981. Toxins of Entomopathogenic Fungi dalam *H.D. Burges (Ed.) Microbial Control Pest and Plant Diseases*. Academic Press Inc. New York. 949 p.

- Soeroso, B., Y.H. Agusdan K. Astuti. 1993. Pengaruh Insektisida Klorpirifos, Jamur sida Benomyl dan Jamur *Beauveria bassiana* Terhadap Tingkat Kerusakan, Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai Varietas Wilis. *Makalah Simposium Patologi Serangga*. PEI Cabang Yogyakarta. Yogyakarta.
- Sriganti, E. 2000. Toksisitas *Bacillus thuringiensis* sub sp *Berliner* dan subsp *paizawai* terhadap larva *Crocidolomia binotalis* Zell. (Lepidoptera; Pyralidae) dan *Spodopteralitura* Fab. (Lepidoptera; Noctuidae). Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian IPB, Bogor.
- Steett, D.A. and S.A. Wood. 2008. *Beauveria bassiana* for Mormon Crickets. Hand Book. Section VII: Future Directions. Grasshoppers: Their Biology, Identification and Management. 1 – 7. http://www.Sidney.ars.usda.gov/grasshopper/handbook/VII/Vii_6.htm. (26 Januari-2008).
- Sulistyanto, D. 1999. Nematoda Entomopatogen *Steinernema* spp. dan *Heterorhabditis* spp. Isolat Lokal Sebagai Pengendali Hayati Serangga Hama Perkebunan. *Makalah Lustrum Universitas Jember*, 2 Desember 1999 : 1-12.
- Subandrijo. 2000. *Penerapan Teknologi Pengendalian Hama Terpadu pada Tanaman Kapas*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kahutanan. Jakarta.
- Subandrijo, Sudarmo, dan Subiyakto. 2001. Usaha-Usaha Mengurangi Pemakaian Insektisida dalam Pengendalian Kapas. *Prosiding Simposium Hasil Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri* (Ke-1, 25-27 Juli 1990, Bogor), 1990 : p. 759 – 771.
- Trizelia. 2001. *Pemanfaatan Bacillus thuringiensis untuk Pengendalian Hama Crocidolomia binotalis*. Makalah Falsafah Sains. Program Pascasarjana/S3. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Untung, K. 1996. Pengendalian Hayati dalam Kerangka Konversi Keanekaragaman Hayati. *Makalah Seminar Nasional Pengendalian Hayati*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 25 November 1996.
- Widayat, W. dan D.J. Rayati. 1993. Hasil Penelitian Jamur Entomopatogenik Lokal dan Prospek Penggunaannya Sebagai Insektisida Hayati. *Makalah Simposium Patologi Serangga*. PEI Cabang Yogyakarta. Yogyakarta.